

EKORESTORASI LAHAN KERING SUBOPTIMAL DENGAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR DAN PUPUK ORGANIK

Fikrinda

Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala


Email: fikrinda@yahoo.co.id

ABSTRAK

Ekorestorasi merupakan proses memperbaharui kembali dan memelihara kesehatan tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekorestorasi lahan kering suboptimal dengan fungi mikoriza arbuskular (FMA) dan pupuk organik terhadap populasi mikroorganisme tanah. Penelitian ini dirancang dengan metode rancangan acak kelompok faktorial dengan tiga ulangan. Faktor pertama yang diuji adalah inokulasi FMA yang terdiri atas tanpa FMA, *Glomus* sp., dan FMA campuran (*Glomus* sp., *Gigaspora* sp., dan *Acaulospora* sp.), sedangkan faktor kedua berupa jenis pupuk organik yaitu tanpa pupuk organik, pupuk kandang, kompos, dan guano. Inokulasi FMA campuran memberikan pengaruh terbaik terhadap populasi mikroorganisme tanah (total mikroorganisme tanah, mikroorganisme pelarut fosfat dan mikroorganisme pendegradasi selulosa kristalin) sedangkan aktivitas mikroorganisme (respirasi) tanah tertinggi dijumpai pada perlakuan *Glomus* sp. Pemberian pupuk organik berupa kompos memberikan pengaruh terbaik terhadap populasi mikroorganisme dan aktivitas mikroorganisme tanah. Penelitian ini menunjukkan ekorestorasi lahan kering suboptimal dengan FMA dan pupuk organik dapat meningkatkan populasi dan aktivitas mikroorganisme tanah.

Kata Kunci: Mikoriza, Organik, Suboptimal

PENDAHULUAN

 korestorasi (restorasi ekologi) merupakan suatu proses memperbaharui kembali dan pemeliharaan kesehatan ekosistem (Maiti, 2013). Upaya ekorestorasi tanah pada lahan-lahan kering suboptimal yang memiliki kendala-kendala tingginya kemasaman maupun rendahnya kapasitas tukar kation (KTK), ketersediaan hara, dan bahan organik tanah sangat diperlukan agar lahan tersebut dapat dimanfaatkan secara berkesinambungan.

Saat ini, penggunaan pupuk menjadi keharusan untuk meningkatkan produksi tanaman, namun meningkatnya kesadaran akan dampak negatif yang ditimbulkan oleh penggunaan pupuk anorganik yang tidak terkontrol menyebabkan aplikasi pupuk hayati dan pupuk organik menjadi populer. Untuk tujuan tersebut berbagai jenis pupuk hayati dan pupuk organik telah dikembangkan dan diaplikasikan pada berbagai kondisi lahan dan memberikan efek yang bervariasi.

Salah satu mikroorganisme tanah yang telah dikembangkan sebagai pupuk hayati adalah fungi mikoriza arbuskula (FMA). FMA merupakan jenis fungi yang bersimbiosis dengan akar tanaman (90%) dengan cara berpenetrasi ke akar tanaman yang dicirikan oleh adanya arbuskula, vesikula, spora, dan sel-sel auksiliari (Bohra & Vyas, 2013). FMA dapat meningkatkan produktivitas tanaman pada lahan-lahan suboptimal melalui aktivitasnya dalam memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan pengambilan air dan unsur hara (Nwaga, 2010); meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dan pertumbuhan tanaman (Kuppusamy & Kumutha, 2012) serta melindungi tanaman inang dari patogen tanah (Smith, 2000).

Selain FMA, pupuk organik merupakan praktek pertanian yang telah lama diaplikasikan untuk meningkatkan kualitas tanah dan produktivitas tanaman pada suatu lahan. Hasil penelitian Bettoni *et al.* (2014); Fikrinda (2007,

2013); Gomes *et al.* (2014) dan Kohler *et al.* (2015) menunjukkan bahwa amandemen organik ini dapat meningkatkan efektivitas FMA. Karena itu, aksi sinergis FMA dan pupuk organik diharapkan dapat memperbaiki kualitas tanah. Salah satu indikator kualitas tanah adalah mikroorganisme tanah yang merupakan agen penting dalam kesuburan dan ekologi tanah serta mengkatalis hampir seluruh reaksi biokimia yang terjadi di tanah. Melalui pendekatan multidisiplin Pezollaa *et al.* (2015) menunjukkan bahwa amandemen organik sangat mempengaruhi keanekaragaman mikroorganisme tanah.

Berdasarkan pemikiran tersebut, penelitian ini mencoba mengkaji bagaimana pengaruh FMA dan pupuk organik sebagai agen ekorestorasi lahan terhadap keberadaan dan aktivitas beberapa mikroorganisme tanah di lahan kering sub-optimal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan percobaan pot dengan menggunakan bahan tanah Ultisol dari

Desa Buket Meusara Kecamatan Kota Jantho, Aceh Besar yang berlangsung pada Maret hingga Agustus 2011.

Percobaan ini ditata menurut rancangan acak kelompok (RAK) pola faktorial 3 x 4 dengan tiga ulangan. Terdapat dua faktor yang diuji, yaitu inokulasi FMA sebanyak 10 g tanaman⁻¹ (tanpa mikoriza; *Glomus* sp.; dan FMA campuran (*Glomus* sp., *Gigaspora* sp., dan *Acaulospora* sp.) sebagai faktor pertama dan faktor kedua berupa aplikasi pupuk organik dengan dosis 30 Mg ha⁻¹ (tanpa pupuk, pupuk kandang, kompos, dan guano).

Penyiapan Sampel Tanah

Bahan tanah yang berasal dari kedalaman 0-20 cm dibersihkan dan diayak dengan ukuran diameter lubang 2 mm. Selanjutnya bahan tanah tersebut dimasukkan ke dalam setiap polibag masing-masing sebanyak 10 kg. Karakteristik bahan tanah yang digunakan tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik tanah yang digunakan dalam penelitian

Ciri-ciri tanah	Kadar	Kriteria
pH H ₂ O	6,22	Agak masam
KTK (cmol kg ⁻¹)	16,40	Rendah
C organik (%)	0,51	Sangat rendah
N total (%)	0,43	Sedang
P-Bray II (ppm)	5,44	Rendah
K dd (cmol kg ⁻¹)	0,51	Sedang
Nadd (cmol kg ⁻¹)	0,43	Sedang
Ca-dd (cmol kg ⁻¹)	5,64	Rendah
Mg-dd (cmol kg ⁻¹)	0,42	Rendah
Kejenuhan basa (%)	43,00	Sedang

Aplikasi Pupuk Organik

Pupuk organik yang digunakan berupa pupuk kandang, kompos dan guano memiliki kadar C organik, N total, P-total, dan K total seperti tertera pada Tabel 2. Pupuk-pupuk

tersebut sesuai perlakuan dicampurkan sebanyak 30 Mg ha⁻¹ secara merata dengan tanah pada setiap polibag dan diinkubasi selama seminggu sebelum penanaman.

Tabel 2. Kadar hara pupuk organik yang digunakan dalam penelitian

Jenis Pupuk Organik	P ₂ O ₅	K ₂ O	C-organik %	Nitrogen	C/N
Pupuk Kandang	0,54	1,2	10,66	0,91	11,71
Kompos	0,61	1,5	8,99	0,68	13,22
Guano	0,75	6,0	5,31	0,51	10,41

Inokulasi FMA dan Penanaman Bunga Matahari

Sebelum ditanam di dalam polibag, bibit bunga matahari disemai selama satu minggu. Bibit yang digunakan memiliki ukuran seragam dan pertumbuhannya baik. Pada setiap polibag dibuat lubang penanaman sedalam 5 cm dan diinokulasi FMA sebanyak 10 g (kecuali perlakuan tanpa FMA). Selanjutnya pada setiap polibag ditanami tiga bibit tanaman dan setelah berumur seminggu, dipelihara satu tanaman sedangkan dua tanaman lainnya dipotong dan ditanamkan ke dalam tanah.

Pemupukan

Penelitian ini menggunakan pupuk 50 kg ha⁻¹ Urea, 100 kg ha⁻¹ TSP, dan 50 kg ha⁻¹ KCl sebagai pupuk dasar.

Pengamatan Populasi Mikroorganisme Tanah

Sampel tanah dari rizosfer jagung berumur 45 hari diambil untuk dianalisis beberapa mikroorganisme tanah di Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala. Peubah yang diamati meliputi (1) populasi mikroorganisme total tanah dengan metode cawan tuang dan menggunakan media Nutrient Agar (NA); (2) mikroorganisme pelarut fosfat dengan metode cawan tuang dan menggunakan media Pikovskaya; (3). mikroorganisme selulolitik dengan metode cawan sebar dan menggunakan media CMC dengan sumber karbon Avicell.

Pengukuran Aktivitas Mikroorganisme

Aktivitas mikroorganisme tanah ditentukan dengan menghitung respirasi tanah. Metode yang digunakan adalah Verstraete (1980).

Analisis data

Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan ANOVA dan uji lanjut dengan BNT 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan interaksi perlakuan FMA (fungsi mikoriza arbuskular) dan pupuk organik hanya berpengaruh nyata terhadap mikroorganisme pelarut fosfat. Aplikasi FMA secara tunggal memberikan pengaruh sangat nyata terhadap respirasi tanah dan berpengaruh nyata terhadap total mikroorganisme sedangkan pupuk organik hanya memberikan pengaruh nyata terhadap mikroorganisme pendegradasi selulosa kristal.

Total Mikroorganisme Tanah

Populasi mikroorganisme tanah yang tinggi merupakan indikator membaiknya kualitas tanah. Tabel 3 menunjukkan mikroorganisme total tanah tertinggi dijumpai akibat aplikasi FMA campuran (*Glomus* sp., *Gigaspora* sp., dan *Acaulospora* sp.) yang berbeda nyata dengan aplikasi *Glomus* sp. Tingginya populasi mikroorganisme tanah akibat perlakuan tersebut diduga berhubungan dengan besarnya peluang keberhasilan interaksi antara FMA dengan tanaman inangnya (bunga matahari) sehingga menciptakan kondisi rizosfer yang lebih baik untuk perkembangan mikroorganisme tanah. Hasil ini sejalan dengan penelitian Ortas dan Ustuner (2014) yang menunjukkan inokulasi ganda FMA memberikan pengaruh lebih baik terhadap pertumbuhan dan penyerapan hara tanaman jeruk.

Mikroorganisme Pelarut Fosfat

Mikroorganisme pelarut fosfat memegang peranan penting dalam meningkatkan ketersediaan fosfat di tanah. Tabel 3 menunjukkan populasi mikroorganisme pelarut fosfat terbanyak dijumpai pada perlakuan aplikasi 20 t ha⁻¹ kompos yang tidak mendapat perlakuan inokulasi FMA yang berbeda nyata dengan perlakuan pupuk organik lainnya.

Rasio C/N yang lebih tinggi pada kompos (Tabel 2) dibandingkan pupuk organik lainnya diduga menyebabkan pupuk organik ini menyediakan lebih banyak substrat yang dibutuhkan oleh mikroorganisme termasuk

pelarut fosfat untuk tumbuh dan berkembang. organik mendukung pertumbuhan bakteri Shariati *et al.* (2013) menunjukkan bahan pelarut fosfat.

Tabel 3. Pengaruh FMA dan pupuk organik terhadap total mikroorganisme tanah

FMA	Pupuk organik				Rata-rata
	Tanpa	Pupuk Kandang	Kompos	Guano	
 x 10 ⁴ SPK/ g tanah kering				
Tanpa FMA	424,75	92,61	512,19	405,22	358,69 ab
<i>Glomus</i> sp.	236,42	199,03	222,92	213,89	219,81 a
FMA campuran	477,49	575,72	378,76	466,99	478,55 b
Rata-rata	379,49	289,12	378,76	362,03	

Keterangan:

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf P 5%. BNT 0,05= 174,69

Hasil penelitian (Tabel 4) juga menunjukkan bahwa tanpa adanya pupuk organik, inokulasi FMA campuran mendukung keberadaan mikroorganisme pelarut fosfat lebih banyak yang berbeda nyata dari perlakuan inokulasi *Glomus* dan perlakuan tanpa FMA.

Hasil ini menunjukkan bahwa FMA lebih efektif pada tanah dengan kandungan bahan organik yang rendah. Hal yang sama juga ditunjukkan oleh Cavagrano (2014) yang menguji pengaruh aplikasi kompos terhadap pembentukan dan fungsi mikoriza arbuskular.

Tabel 4. Pengaruh FMA dan pupuk organik terhadap total mikroorganisme pelarut fosfat

FMA	Pupuk organik				Rata-rata
	Tanpa Pupuk Organik	Pupuk Kandang	Kompos	Guano	
 x 10 ⁴ SPK/ g tanah kering				
Tanpa FMA	225,72 a	345,17 a	1080,33 b	583,50 a	558,68
	A	A	B	A	
<i>Glomus</i> sp.	332,17 a	356,67 a	656,25 a	524,33 a	467,35
	A	A	AB	A	
FMA campuran	944,94 b	543,78 ab	432,50 a	477,17 ab	599,60
	B	B	A	A	
Rata-rata	500,94	415,20	723,03	528,33	

Keterangan:

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf P 5%. Huruf kecil dibaca horizontal dan huruf besar dibaca vertikal. BNT 0,05= 467,96

Mikroorganisme Pendegradasi Selulosa Kristal

Mikroorganisme selulolitik merupakan mikroorganisme yang mampu mensekresikan enzim selulase yang dapat mendegradasi selulosa baik pada daerah amorf maupun kristalin. Struktur kristalin pada substrat selulosa merupakan salah satu alasan utama sulitnya selulosa didegradasi (Zhang *et al.*, 2006). Karena itu keberadaan mikroorganisme yang mampu mendegradasi senyawa organik ini

di alam sangat penting sebagai penyedia sumber energi bagi mikroorganisme lainnya di lingkungan. Hasil penelitian (Tabel 5) menunjukkan bahwa aplikasi 30 t ha⁻¹ kompos mendukung lebih banyak mikroorganisme selulolitik pendegradasi selulosa kristal yang berbeda nyata dengan perlakuan pupuk organik lainnya. Tingginya mikroorganisme ini pada perlakuan kompos diduga berhubungan dengan lebih tingginya C/N pada pupuk organik tersebut dibandingkan jenis pupuk organik

lainnya (Tabel 2). Menurut Zhang *et al.* (2015) bagi mikroorganisme selulolitik diduga lebih rasio C/N mempengaruhi struktur dan tinggi daripada jenis pupuk organik lainnya keanekaragaman mikroorganisme. Selain itu, yang dicobakan. kadar selulolosa pada kompos sebagai substrat

Tabel 5. Pengaruh FMA dan pupuk organik terhadap mikroorganisme pendegradasi selulosa kristal

FMA	Pupuk organik				Rata-rata
	Tanpa Pupuk Organik	Pupuk Kandang	Kompos	Guano	
 x 10 ⁴ SPK/ g tanah kering				
Tanpa FMA	24,73	27,07	66,50	26,47	36,19
<i>Glomus</i> sp.	24,82	20,37	40,00	39,60	31,20
FMA campuran	32,78	36,18	38,33	21,00	32,08
Rata-rata	27,45 a	27,87 a	48,28 b	29,02 a	

Keterangan:

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata pada taraf P 5%. BNT 0,05= 13,41

Aktivitas Mikroorganisme Tanah

Aktivitas mikroorganisme berperan penting dalam degradasi residu organik, dekomposisi bahan organik, mineralisasi hara dan stabilisasi agregat (Singh *et al.*, 2013). Pelepasan CO₂ tanah yang lebih tinggi menunjukkan aktivitas mikroba lebih tinggi (Kaur *et al.*, 2012). Tabel 6 menunjukkan aktivitas mikroorganisme tanah tertinggi dijumpai pada tanah yang mendapat perlakuan *Glomus* sebagai inokulan FMA yang berbeda tidak nyata dengan perlakuan FMA campuran. Hasil ini

sejalan dengan Boyer *et al.* (2015) yang menunjukkan inokulasi spesies FMA tunggal memberikan keuntungan yang sama bagi tanaman inangnya seperti halnya inokulum campuran. Namun, hasil penelitian Tong *et al.* (2013) menunjukkan inokulasi FMA secara tunggal lebih baik daripada inokulasi ganda FMA. Hasil ini menunjukkan bahwa FMA yang diinokulasikan secara tunggal maupun dalam bentuk campuran (lebih dari dua spesies FMA) dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah.

Tabel 6. Pengaruh FMA dan pupuk organik terhadap aktivitas mikroorganisme tanah

FMA	Pupuk organik				Rata-rata
	Tanpa Pupuk Organik	Pupuk Kandang	Kompos	Guano	
 mg C-CO ₂ /kg/hari.....				
Tanpa FMA	1,28	1,46	1,37	1,09	1,30 a
<i>Glomus</i> sp.	1,66	1,67	2,04	1,80	1,79 b
FMA campuran	1,11	1,64	1,75	1,95	1,62 ab
Rata-rata	1,35	1,59	1,72	1,61	

Keterangan:

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf P 5%. BNT 0,05= 0,40

KESIMPULAN

Ekorestorasi lahan kering sub-optimal dengan FMA dan pupuk organik dapat meningkatkan keanekaragaman mikroorganisme (total mikroorganisme, pelarut fosfat, dan

mikroorganisme selulolitik pendegradasi selulosa kristal) serta aktivitas mikroorganisme tanah. Aplikasi kompos sebagai pupuk organik dan inokulasi FMA campuran memberikan pengaruh terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus. 2007 *Badan Konservasi Sumber Daya Alam Aceh*, Banda Aceh: BKSDA Aceh DIPA BA 29.
- Bettoni, M.M., Á. F. Mogor, V. Pauletti, dan N. Goicoechea. 2014. Growth and metabolism of onion seedlings as affected by the application of humic substances, mycorrhizal inoculation and elevated CO₂. *Scientia Horticulturae* 180: 227–235.
- Bohra, S. & A. Vyas. 2013 Distribution of arbuscular mycorrhizal fungi associated with landscape tree growth in Indian Thar desert. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*. Vol 3.Issue 1. P.98-102.
- Boyer, L.R., P. Brain, X-M. Xu dan P. Jeffries. 2015. Inoculation of drought-stressed strawberry with a mixed inoculum of two arbuscular mycorrhizal fungi: effects on population dynamics of fungal species in roots and consequential plant tolerance to water deficiency. *Mycorrhiza* 25:215–227.
- Cavagnaro, T.R. 2014. Impacts of compost application on the formation and functioning of arbuscular mycorrhizas, *Soil Biology & Biochemistry* <http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.07.007>.
- Fikrinda. 2007. Evaluasi beberapa sifat biologi tanah di rizosfer jagung pada lahan terkena tsunami akibat inokulasi cendawan mikoriza arbuskula (CMA) dan pupuk kandang. Vol.11(3): 120-126.
- Fikrinda. 2013. Keanekaragaman Mikroorganisme Tanah di Rizosfer Jagung Akibat Pengaruh Praktek Pertanian pada Entisol. P. 104-108. *Dalam* Arijani, R. Koneri, Riandi, S. Rahayu, Hasanuddin, M. Ali S., Samingan, Mudatsir, Khairil, C. Nurmaliah, Abdullah, Supriatno, dan S. Kamal (Eds.). *Prosiding Seminar Nasional Biologi* 2013. Banda Aceh.
- Gomes, M.P., M. L. Andrade, C. C. Nascentes, dan M. R. Scotti. 2014. Arsenic Root Sequestration by a Tropical Woody Legume as Affected by Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Organic Matter: Implications for Land Reclamation. *Water Air Soil Pollut* 225:1919.
- Kaur, R., S. Malhotra dan Inderjit. 2012. Effects of invasion of *Mikania micrantha* on germination of rice seedlings, plant richness, chemical properties and respiration of soil. *Biol Fertil Soils* 48:481–488.
- Kohler, J., F. Caravaca, R. Azcón, G. Díaz, dan A. Roldán. 2015. The combination of compost addition and arbuscular mycorrhizal inoculation produced positive and synergistic effects on the phytomanagement of a semiarid mine tailing. *Science of the Total Environment* 514: 42–48.
- Kuppusamy, S. dan K. Kumutha. 2012. Standardization of the spore density of am fungal inoculum for effective colonization. *International Journal of Agriculture Sciences* Volume 4, Issue 2, pp-176-181.
- Maiti, S.K. 2013. *Ecorestoration of the coalmine degraded lands*. Springer, New Delhi Heidelberg New York Dordrecht London
- Nwaga, D., J. Jansa, M. A. Angue, dan E. Frossard. 2010. The Potential of Soil Beneficial Micro-Organisms for Slash-and-Burn Agriculture in the Humid Forest Zone of Sub-Saharan Africa. P. 81-107 *In* Dion, P. (Ed.). *Soil Biology and Agriculture in the Tropics*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- Ortas, I. dan O. Ustuner. 2014. The effects of single species, dual species and indigenous mycorrhiza inoculation on citrus growth and nutrient uptake. *European Journal of Soil Biology* 63: 64-69.
- Pezzolla, D., G. Marconi, B. Turchetti, C. Zadra, A. Agnelli, F. Veronesi, A. Onofri, G. M. N. Benucci, P. Buzzini, E. Albertini, dan G. Gigliotti. 2015. Influence of exogenous organic matter on prokaryotic

- and eukaryotic microbiota in an agricultural soil. A multidisciplinary approach. *Soil Biology & Biochemistry* 82:9-20.
- Shariati, S., H. A. Alikhani, A. Pourbabaee, dan L. Mohammadi. 2013. The potential of application of different organic and inorganic carriers in insoluble phosphate solubilizing bacteria (*Pseudomonas fluorescens*) inoculants production process. *Int. J. Agric. Res & Rev. Vol.*, 3 (1): 176-183.
- Singh, K., K., B. Singh, dan R.R. Singh. 2013. Effect of land rehabilitation on physicochemical and microbial properties of a sodic soil. *Catena* 109: 49–57.
- Smith, F.A. 2000. Measuring the influence of mycorrhizas. *New Phytology* 148:4-6.
- Tong, Y., E. Gabriel-Neumann, B. Ngwene, A. Krumbein, S. Baldermann, M. Schreiner, dan E. George. 2013. Effects of single and mixed inoculation with two arbuscular mycorrhizal fungi in two different levels of phosphorus supply on α -carotene concentrations in sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) tubers. *Plant Soil* 372:361–374.
- Zhang, X., S. Xu, C. Li, L. Zhao, H. Feng, G. Yue, Z. Ren, dan G, Cheng. 2015. The soil carbon/nitrogen ratio and moisture affect microbial community structures in alkaline permafrost-affected soils with different vegetation types on the Tibetan plateau. *Research in Microbiology* 165: 128-139.
- Zhang, P.Y.H., M.E. Himmel, dan J.R. Mielenz. 2006. Outlook for cellulase improvement: screening and selection strategies. *Biotech Adv* 24: 452-481.